

PENGUNAAN *Aspergillus niger* YANG DIRADIASI GAMMA SEBAGAI BIOREMEDIAN RESIDU TRIAZOFOS DAN LOGAM BERAT PADA BAWANG MERAH (*Allium cepa* L.)

Aspergillus niger Use in Gamma Radiation as Bioremedian Triazofos Residual and Heavy Metals in Onion (*Allium cepa* L.)

Beny Maulana Satria^a, Ahmad Arif Amin^b, Hariyadi^c, Boky Jeanne Tuasikal^d

^a Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680 — satriamaulana88@yahoo.com

^b Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

^c Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

^d Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi - BATAN, Pasar Jumat, Jakarta

Abstract. The use of pesticides and fertilizers containing Pb in agriculture will leave residues in soil, water, and plants. This Pb will be accumulated in the human body and, have a negative impact gradually on human health. The use of gamma-irradiation of *Aspergillus niger* is expected to reduce the levels of metals and residues triazofos onions. Bioremediation technique using gamma rays against *A. niger* is still quite a bit or a new research so the research on this is still a little. The purpose of this study was to determine the effectiveness of technology *A. niger* low dose gamma irradiation in reducing heavy metals and low triazofos residue on onion. *Aspergillus niger* low dose gamma irradiated, mixed with organic materials such as Kohe, rice husk and bran. The mixture is fermented for 8 days and then applied to the soil of onion in Bradford to measure levels of Pb and triazofosnya residue. The Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) and Gas Chromatography Mass Spectrophotometer (GCMS) was used in this study. The result showed Pb that goes into the water very small and more are stuck in the ground and Pb accumulated in onion is still quite high. Triazofos residue concentrations in onions undetectable or very low in quality standards established under 0,005 ppm. The conclusion of this study, *Aspergillus niger* were not irradiated and irradiated can withstand heavy metals Pb in soil so it goes into the water a little, but not optimal in Pb which adsorbs into the onion and pesticide residues on onions Triazofos undetected.

Keywords: *Aspergillus niger*, residual triazofos, gamma radiation, onion

(Diterima: 19-05-2015; Disetujui: 30-06-2015)

1. Pendahuluan

Pertanian di Indonesia khususnya di sektor hortikultura merupakan bidang yang sangat penting saat ini. Bawang merah merupakan salah satu komoditas sayuran unggulan nasional yang sejak lama diusahakan oleh petani secara intensif. BPS melaporkan produksi bawang merah pada tahun 2011, mencapai 823.124 ton dengan luas areal 93.667 ha (BPS Indonesia 2013).

Pada tahun 2010, penghasil bawang merah terbesar adalah pulau Jawa, khususnya Jawa Tengah (BPS, 2013). Menurut data Badan Pusat Statistik (2013), produksi bawang merah pada tahun 2012 mencapai 964.221 ton dengan luas areal 99.519 ha. Di Indonesia, daerah yang merupakan sentra produksi bawang merah adalah Cirebon, Brebes, Tegal, Kuningan, Wates (Yogyakarta), Lombok Timur dan Samosir (Sunarjono dan Soedomo 1989). Jawa Tengah merupakan salah satu provinsi penghasil utama bawang merah di Indonesia. Sentra produksi bawang merah di Jawa Tengah antaranya di Kawasan Agribisnis Brebes, karena agroklimat yang mendukung.

Pertanian di Indonesia banyak mengalami kerusakan yang diakibatkan adanya pencemaran lingkungan.

Pencemaran lingkungan yang terjadi di lingkungan pertanian itu sendiri yaitu pemberian pestisida yang berlebihan sehingga mengakibatkan rusaknya fungsi tanah. Banyaknya pestisida yang masuk ke dalam tanah juga menyebabkan terakumulasinya logam berat pada tanah dan tumbuhan yang ada di atasnya. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari Deptan bahwa kandungan Pb pada bawang sudah mencapai 26 ppm. Menurut kriteria Direktorat jendral Pengawas Obat dan Makanan (POM) Departemen kesehatan (Ditjen POM Depkes), nilai ambang batas logam berat Pb adalah 0,24 ppm.

Salah satu upaya untuk mengurangi dampak toksisitas logam berat dan meningkatkan pertumbuhan tanaman adalah melalui penggunaan inokulan mikroba rhizosfer (Kumar et al., 2012). Inokulan mikroba yang digunakan adalah *Aspergillus niger* (*A. niger*). *Aspergillus niger* merupakan fungi dari filum Ascomycetes yang berfilamen, mempunyai hifa berseptat dan dapat ditemukan melimpah di alam (Madigan dan Martinko 2006). Percepatan aktivitas enzim oleh mikroba dapat dipengaruhi oleh iradiasi gamma dosis rendah (Chakravarty dan Sen 2001; Afify 2012). Paparan iradiasi gamma pada dosis 250 Gray berpengaruh terhadap peningkatan bobot kering

miselia *Trichoderma harzinum* dan *Trichoderma viridie* masing-masing sekitar 22,8% dan 16,2% (Afify 2012). Menurut Retno (2012), inokulan fungi terpapar iradiasi gamma 250 Gray lebih mampu meningkatkan tampilan pertumbuhan tanaman sorgum dan kedelai dibandingkan inokulan fungi yang tidak dipapar iradiasi gamma. Biomassa sel mikroba baik hidup ataupun mati memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat (Ann 2012). Penelitian ini bertujuan mengetahui efektifitas teknologi *A. niger* yang diradiasi gamma dosis rendah dalam mereduksi logam berat dan menurunkan residu triazofos pada bawang merah..

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2014 – Januari 2015 di lahan bawang merah PT. Reksa, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah dan di Laboratorium Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (BATAN) serta pemeriksaan residu triazofos dan logam berat dilakukan di Laboratorium PT. Saraswanti Indo Genetech dan Laboratorium Residu Bahan Agrokimia Balai Penelitian Pertanian.

2.2. Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2014 – Januari 2015 di lahan bawang merah PT. Reksa, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah dan di Laboratorium Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (BATAN) serta pemeriksaan residu triazofos dan logam berat dilakukan di Laboratorium PT. Saraswanti Indo Genetech dan Laboratorium Residu Bahan Agrokimia Balai Penelitian Pertanian.

Tabel 1. Perlakuan sampel

Tanah	Bioremediasi	
	Bioremediasi <i>A. niger</i> 0 Gy	Bioremediasi <i>A. niger</i> 250 Gy
K (kontrol)	-	-
A	√	-
B	-	√

Keterangan :

K (kontrol) : Agrokimia 50%

A : Agrokimia 50% + Bioremediasi *A. niger* 0 Gy

B : Agrokimia 50% + Bioremediasi *A. niger* 250 Gy

a. Tahap Persiapan

1. Preparasi Strain *Aspergillus niger*

Pada penelitian ini digunakan strain *A. niger* yang diperoleh dari koleksi kultur mikroba fungsional di Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional. Strain ini dipelihara dalam slent dengan media *Potatoes Dextrose Agar* (PDA) yang disimpan pada suhu sekitar 4 °C. Untuk memperoleh suspensi spora, strain *A. niger* dikultivasi dalam media *Potatoes Dextrose Broth* (PDB) pada suhu 28°C selama 3-4 hari. Sebanyak 1 ml kultur cair *A. niger* disebarkan

pada media *Potatoes Dextrose Agar* (PDA) di dalam petri disk steril, kemudian diinkubasi pada suhu 28 °C selama 7 hari sebelum perlakuan iradiasi gamma.

2. Iradiasi Gamma Dosis Rendah

Strain fungi *A. niger* diperoleh dari koleksi kultur mikroba terseleksi yang dipelihara dalam dengan media PDA (*Potatoes Dextrose Agar*) pada 4 °C di Bidang Industri dan Lingkungan, Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi. Kultur *A. niger* dalam media agar dipapar dengan iradiasi gamma dosis 0 dan 250 Gray. Perlakuan iradiasi gamma dilakukan di fasilitas iradiator Gamma Chamber 4000A di Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional..

3. Kultivasi *Aspergillus niger*

Setelah perlakuan iradiasi gamma dosis rendah, kultur *A. niger* masing-masing dikultivasi dalam 25 ml media PDB menggunakan shaker mekanis pada 100 rpm dan suhu ruang sekitar 28-32 °C selama 4 hari. Sebanyak 10 ml kultur cair fungi ini disubkulturkan dalam 90 ml medium cair yang mengandung media PDB, glukosa (0,5%b/v), pepton (0,5%b/v) dan yeast extract. Perlakuan subkultur fungi menggunakan shaker mekanis pada 100 rpm dan suhu ruang sekitar 28-32 °C selama 24 jam.

b. Tahap Lapangan

1. Pembuatan Bioremediasi

Produk fermentasi bahan organik dengan *A. niger* digunakan sebagai agen bioremediasi atau bioremediasi untuk pengendalian residu agrokimia di dalam tanah dan tanaman. Bahan organik yang digunakan terdiri dari pupuk kandang, arang sekam dan dedak padi dengan perbandingan berat kering yang sama (1:1:1). Ke dalam 6 kg bahan organik ditambahkan 150 g urea, 300 g molase, 150 ml H₂SO₄ 10%, 100 ml kultur cair *A. niger*, selanjutnya, dilakukan fermentasi bahan organik di dalam ruangan yang gelap pada 28-42°C selama 12 hari. Selama periode fermentasi ini dilakukan pemberian udara melalui aerator mini dan pembalikan medium secara berkala setiap 4 hari.

2. Aplikasi Bioremediasi

Bioremediasi dicampurkan dengan tanah di lokasi percobaan dengan perbandingan sekitar 1:10, kemudian dimasukkan ke dalam karung plastik dan diinkubasi selama 2-5 hari di tempat yang terlindung dari sinar matahari langsung dan hujan. Sekitar 12 kg bioremediasi yang sudah difermentasi diaplikasikan pada plot yang berukuran 3x3x(10-20)m². Aplikasi bioremediasi dilakukan pada 15 dan 20 hari setelah aplikasi masing- masing sebanyak 2 kg/plot..

c. Tahap Analisis

1. Uji Efektivitas Bioremediasi Hasil Fermentasi

Uji efektivitas Bioremediasi hasil SSF ini dilakukan dengan perlakuan yang terdiri dari BRP 0 = kontrol, BRP 1 = Bioremediasi hasil SSF dengan *A. niger* tanpa iradiasi gamma dan BRP 2 = Bioremediasi hasil SSF dengan *A. niger* dengan iradiasi gamma pada dosis 250 Gray. Takaran aplikasi bioremediasi sebanyak 2,5

ton/ha yang diinkorporasikan ke dalam tanah pada pengolahan lahan pertama, kemudian diinkubasi selama 7-14 hari. Setelah 8-14 hari periode inkubasi, dilakukan penanaman benih bawang merah. Selama 60 hari pemeliharaan bawang merah dilakukan pemberian pupuk anorganik dan pestisida sesuai rekomendasi di lokasi percobaan (Brebes). Evaluasi dilakukan pada 0, 15 dan 45 hari setelah aplikasi bioremediasi bawang yang meliputi residu triazofos dan logam berat pada bawang merah.

2. Perhitungan Total Fungi

Perhitungan total fungi dilakukan dengan cara sampel ditimbang sebanyak 5 g dan ditambahkan 45 ml NaCl 0,85%, selanjutnya dihomogenkan menggunakan *shaker* selama 15 menit. Sampel diambil sebanyak 0,1 ml dan dimasukkan ke dalam *microtube* yang berisi 0,9 ml NaCl 0,85% dan dilakukan pengenceran dari 10-2 dan seterusnya. Selanjutnya pada pengenceran yang dikehendaki diambil sebanyak 0,1 ml ke dalam media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 2-3 hari. Perhitungan total fungi dilakukan dengan metode *Total Plate Count* (TPC).

3. Penentuan Karakteristik Tanah

Karakteristik fisika dan kimia tanah yang dievaluasi meliputi pH, nisbah C/N dan kadar fosfat terlarut (P₂O₅). Pengukuran pH dilakukan dengan cara sampel ditimbang sebanyak 2-3 g dan ditambahkan aquadest 10-15 ml, selanjutnya dihomogenkan menggunakan *shaker* mekanis pada 150 rpm selama 15 menit dan diukur menggunakan pH meter. Analisis total N, nisbah C/N, total P dan kadar fosfat (P₂O₅) dilakukan di Laboratorium Kelompok Lingkungan, Bidang Kebumihan dan Lingkungan, Pusat Aplikasi dan Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR), PATIR-BATAN, Pasar Jum'at, Jakarta.

4. Penentuan Kadar Air

Analisis kadar air dilakukan untuk mengetahui kandungan atau jumlah air yang terdapat dalam suatu bahan. Tahap pertama yang dilakukan pada analisis kadar air adalah cawan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam. Cawan kemudian diletakkan ke dalam desikator (\pm 15 menit) dan dibiarkan sampai dingin kemudian ditimbang. Sampel seberat 2-3 g ditimbang ke dalam cawan tersebut. Cawan yang berisi sampel dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 102-105°C selama 5-6 jam. Cawan kemudian dimasukkan ke dalam desikator dan dibiarkan sampai dingin (30 menit) kemudian ditimbang hingga memperoleh bobot yang tetap. Perhitungan kadar air dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{B-C}{B-A} \times 100 \%$$

Keterangan:

A = Berat cawan kosong (g)

B = Berat cawan yang diisi dengan sampel (g)

C = Berat cawan dengan sampel yang sudah dikeringkan (g)

5. Kadar Bahan Organik

Analisis bahan organik dilakukan untuk mengetahui jumlah bahan organik yang terdapat pada suatu bahan. Cawan porselen dibersihkan dan dikeringkan di dalam oven bersuhu sekitar 105°C selama 30 menit. Cawan porselen kemudian dimasukkan ke dalam desikator (30 menit) dan kemudian ditimbang. Sampel sebanyak 2-3 g ditimbang ke dalam cawan porselen. Cawan yang berisi sampel dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 102-105°C selama 5-6 jam dan dimasukkan ke dalam tanur pengabuan dengan suhu 550°C hingga mencapai pengabuan sempurna. Cawan dimasukkan ke dalam desikator dibiarkan sampai dingin kemudian ditimbang. Perhitungan kadar abu dapat dilakukan menggunakan rumus:

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{C-A}{B-A} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Berat cawan kosong (g)

B = Berat cawan dengan sampel (g)

C = Berat cawan dengan sampel yang sudah diabukan (g)

Bahan organik dapat dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ Bahan Organik} = 100\% - \% \text{ Kadar abu}$$

6. Analisa Kandungan Nitrogen dengan Metode Kjeldahl

Sampel seberat 0,25 gram dimasukkan ke dalam labu kjeldahl dan ditambahkan H₂SO₄ pekat 2,5 ml dan 0,25 gram selen. Larutan tersebut kemudian didestruksi hingga jernih. Ke dalam larutan destruksi dingin tersebut ditambahkan NaOH 40% 15 ml. Di lain pihak, disapkan larutan penampung dalam erlenmeyer 125 ml yang terdiri dari 19 ml H₃BO₃ 4% dan BCG-MR 2-3 tetes. Setelah itu, larutan sampel dimasukkan ke dalam labu destilasi. Apabila tidak terbentuk lagi gelembung-gelembung yang keluar pada larutan peampug, maka destilasi dihentikan. Hasil destilasi kemudian dititrasi dengan HCl 0,01 N. %N-total dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ N-total} = \frac{(\text{ml titrasi sampel} - \text{ml titrasi blanko}) \times N \text{ HCl} \times 14}{\text{ml sampel} \times 100}$$

7. Penentuan Logam Berat Pb

Sampel tanah dikering anginkan pada suhu kamar selama 6 hari, kemudian dihaluskan dan diayak dengan saringan nylon 0,25 mm. Sampel ini digunakan untuk analisis total Pb didalam tanah. Analisis Pb di dalam sampel tanah dilakukan dengan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) di Laboratorium Residu Bahan Agrokimia, Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Bogor.

8. Penentuan Residu Pestisida Triazofos

Metode analisis residu adalah suatu cara yang harus dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang komposisi residu suatu pestisida dalam suatu contoh bahan, sehingga dapat digunakan untuk mengestimasi

komposisi residu pestisida bahan tersebut. Cara tersebut meliputi tahap pembuatan larutan standar, tahap ekstraksi yang bertujuan untuk mendapatkan sampel yang homogen, tahap pembersihan (clean up), bertujuan untuk menghilangkan bahan-bahan lain yang dapat mengganggu proses analisis, tahap penetapan dan tahap evaluasi data (Komisi Pestisida 1997).

Konsentrasi residu pestisida triazofos ditentukan berdasarkan hasil rekaman yang tercatat dalam kromatografi gas (KG) yaitu berupa kromatogram. Cara membaca kromatogram tersebut yaitu dengan membandingkan data retensi waktu dan area peak (puncak) dari pestisida sampel yang dihasilkan dalam kromatogram dengan nilai yang mendekati data retensi waktu dan area peak pestisida standar. Hasil yang terbaca oleh kromatografi gas dibandingkan dengan nilai *Acceptable Daily Intake* (ADI). Menurut Moretto (2014), nilai ADI untuk pestisida jenis triazofos yaitu 0-0,001 mg/kg.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil wawancara dan pengamatan pada petani bawang merah di PT. Reksha, Kabupaten Brebes, diketahui hampir semua proses menggunakan pestisida mulai dari “ngoleh” yaitu mencampur bibit bawang merah dengan fungisida, setelah usia tanaman 1 minggu sampai mendekati panen selalu dilakukan penyemprotan dengan pestisida, frekuensi menyemprot hampir setiap hari. Setiap petani menggunakan pestisida dengan jenis dan jumlah berbeda-beda, dan pada umumnya menggunakan campuran 3-7 jenis pestisida, petani di PT. Reksha ini menggunakan 3-5 jenis campuran pestisida seperti terlihat dalam tabel 2.

Berdasarkan hasil observasi di lapangan dan wawancara dengan petani di PT. Reksha, Kabupaten Brebes diketahui bahwa penggunaan pestisida oleh petani di dalam budidaya sayuran, khususnya pada bawang merah sebagai komoditas bernilai ekonomis tinggi sangat intensif dan diberikan dalam takaran tinggi, hal ini bertujuan untuk menjamin keberhasilan produk hasil pertanian tersebut. Antara petani satu dengan petani lainnya jumlah dan jenis pestisida yang digunakan tidak sama, karena banyaknya jenis dan merek pestisida yang ada di pasaran.

Tabel 2. Jenis pestisida yang digunakan petani bawang merah di PT. Reksha, Kabupaten Brebes

	Jenis	Pestisida	BA
1	Dangke 40 WP	insektisida	metomil 40%
2	Acemain 75 SP	insektisida	asefat 75 %
3	Matrix 200 EC	insektisida	karbosulfan 200g/L
4	Molotov	insektisida	emamektin benzoat 30 g/L
			triazofos 200 g/L
5	Antracol	fungisida	propineb 70%

Penggunaan pestisida yang intensif dapat meninggalkan residu di dalam tanah dan tanaman,

bahkan dapat masuk ke dalam tubuh hewan, ikan atau biota air lainnya. Pestisida dengan paruh waktu degradasi yang lama dapat membahayakan kesehatan manusia dan makhluk hidup yang mengkonsumsi produk yang mengandung residu pestisida tersebut.

Tabel 3. Keadaan tanah HSA 0

	K. Air	KBO	pH	TPC 10 ⁻⁵	Bakteri 10 ⁻⁹
K	32	8,83027	7,29	1	300
				2	300

Tabel 4. Keadaan tanah HSA 15

	K. Air	KBO	pH	TPC 10 ⁻⁵	Bakteri 10 ⁻⁹
K	28	8,64601	7,01	1	300
				-	300
A	27	8,45089	7,03	8	300
				-	300
B	27	8,80545	7,00	3	300
				-	300

Tabel 5. Keadaan tanah HSA 35

	K. Air	KBO	pH	TPC 10 ⁻⁵	Bakteri 10 ⁻⁹
K	26	7,11796	7,16	-	300
				-	300
A	30	10,44496	7,23	2	300
				1	300
B	28	9,55165	7,09	4	300
				1	300

Dari hasil analisis, tidak ada perbedaan yang mencolok dari HSA 0, HSA 15 dan HSA 45, mulai dari kadar air berada diantara 26-32%, Kandungan Bahan Organik 8-12%, pH antara 6-7,5 serta total bakterinya 300. Untuk fungi yang diradiasi ternyata masih banyak yang bertahan selama 1 musim tanam.

Tabel 6. Parameter kualitas tanah

KODE	% N	% C-organik	Rasio C/N	P ₂ O ₅ (ppm)
A	0,034036	2,274444	67,5591055	3,846843
B	0,022973	1,8260725	79,506657	4,284277
C	0,036434	1,876518	52,7993681	5,5901455

Indeks yang sering digunakan untuk menentukan kualitas bahan organik yang berkaitan dengan laju dekomposisi adalah C:N rasio. Perbandingan C:N sangat menentukan apakah bahan organik akan terimobilisasi atau sebaliknya nitrogen yang tersedia akan terimobilisasi ke dalam struktur sel mikroorganisme. Hasil analisis kualitas parameter tanah menunjukkan bahwa Ratio C:N memiliki nilai yang tinggi melebihi ambang batas yang ditetapkan Permentan tahun 2009 sebesar 5-25. Meskipun nilai C:N ratio menurun pada *A.niger* yang diradiasi tapi memiliki nilai P₂O₅ yang tinggi.

Tabel 7. Hasil pengujian kadar logam berat Pb pada lindi, tanah dan bawang merah

BREBES	Kode		konsentrasi (ppm)
	Air	A	0,20
		B	0,23
		C	0,17
	Tanah Halus	A	25,50
		B	26,92
		C	31,56
	Bawang	A	26,99
		B	16,09
		C	19,54

Data hasil analisis menyebutkan bahwa reduksi Pb yang diberikan perlakuan *A.niger* yang diradiasi dan tidak diradiasi tidak terlihat banyak pada bawang merah tetapi pada lindi dan tanah tertahan lebih kuat. Menurut kriteria Ditjen POM Depkes, nilai ambang batas logam berat Pb adalah 0,24 ppm. Dengan mengacu pada Dit-jen POM Depkes, bawang merah yang diradiasi ataupun tidak diradiasi masih berada diatas ambang batas namun sudah mengalami penurunan dari kajian bawang deptan tahun 2013 yaitu 26 ppm.

Tabel 8. Hasil pengujian residu pestisida triazofos

param- eter	satuan	Bawang Merah			SNI 1373:2008	limit of de- tec- tion
		A	B	C		
Tri- azofos	ppm	-	-	-	0,05	0,0006

Dari hasil pengujian di laboratorium diketahui untuk kadar residu pestisida kelompok organophosphat (triazofos), semuanya masih di bawah BMR yang ditetapkan oleh SNI 7313:2008 dan Limit Of Detection (LOD), artinya kadar residu pestisida yang diukur tidak terbaca oleh alat. Insektisida organophosphat lebih mudah larut dalam air dan di dalam jaringan tanaman, insektisida organophosphat termetabolisasi dengan pola yang sama dengan metabolisme dalam tubuh hewan, hanya hasil metabolisme dalam tanaman cenderung disimpan sedangkan pada hewan hasil tersebut segera dikeluarkan.

4. Kesimpulan

Aspergillus niger yang tidak diradiasi maupun yang diradiasi dapat menahan logam berat Pb didalam tanah sehingga yang masuk ke dalam air sedikit namun belum optimal dalam mengadsorbsi logam Pb yang masuk ke bawang merah dan residu pestisida Triazofos pada bawang merah tidak terdeteksi.

Daftar Pustaka

- [1] Afify, A. E. M. R., M. Abo-El-Seoud, G. M. Ibrahim, I. M. M. Helal, B. W. Kassem, 2012. Exposing of *Trichoderma spp.* to gamma radiation for stimulating its pesticide biodegradation activity. J. Rad. Res. Appl. Sci. 5(2), pp. 440-454.
- [2] Ann Won Chew, N. Norulaini, N. A. Rahman, M. O. A. Kadir, C. C. Chen, 2012. Dried and wet *Trichoderma sp.* biomass adsorption capacity on Ni, Cd and Cr in contaminated groundwater. International Conference on Environmental Science and Technology IPCBEE 30, pp. 51-57.
- [3] [BPS] Biro Pusat Statistik, 2013. Luas Panen, Produksi dan Produktivitas Bawang Merah 2009-2013. <http://www.bps.go.id>. diakses Desember 2014.
- [4] Badan Standarisasi Nasional, 2008. SNI 1373:2008. Batas Maksimum Residu Pestisida pada Hasil Pertanian.
- [5] Chakravarty, B., S. Sen, 2001. Enhancement of regeneration potential and variability by gamma-irradiation in cultured cells of *Scilla*. Biol. Plant 44, pp. 189-193.
- [6] Komisi Pestisida, 1997. Metode Pengujian Residu Pestisida dalam Hasil Pertanian. Departemen Pertanian, Jakarta.
- [7] Kumar, M., A. Kaushik, S. Chaidary, Sumit, K. Pal, 2012. Studies on phytoremediation of heavy metal contaminated soil by arbuscular mycorrhizal fungus. International Journal of Pharma Professional's Research 3(2), pp. 616-621.
- [8] Madigan, M. T., J. M. Martinko, 2006. Brock Biology of Microorganisms 11th ed. Pearson Education, New Jersey.
- [9] Moretto, A., 2014. Pesticide Residues: Organophosphates and Carbamates. University of Milano and Luigi Sacco Hospital, Milan.
- [10] Retno, D. L. T., N. Mulyana, D. Sudrajat., 2012. Stimulasi Fitostabilisasi Logam Berat Pb dan Cd dengan Inokulan Fungi Yang Terpapar Iradiasi Gamma Dosis Rendah. PAIR-BATAN, Jakarta.
- [11] Sunarjono, H., P. Soedomo, 1989. Budidaya bawang merah (*A. ascalonicum* L.). Penerbit Sinar Baru, Bandung.